

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/47224 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01S 5/40, 5/024

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04398

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HENNIG, Petra  
[DE/DE]; Tachover Ring 7, 07646 Stadtroda (DE).  
HOLLEMANN, Günter [DE/DE]; Wieselweg 15, 07749  
Jena (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. November 2001 (21.11.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: BERTRAM, Helmut usw.; Oehmke & Kolle-  
gen, Neugasse 13, 07743 Jena (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,  
SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,  
ZW.

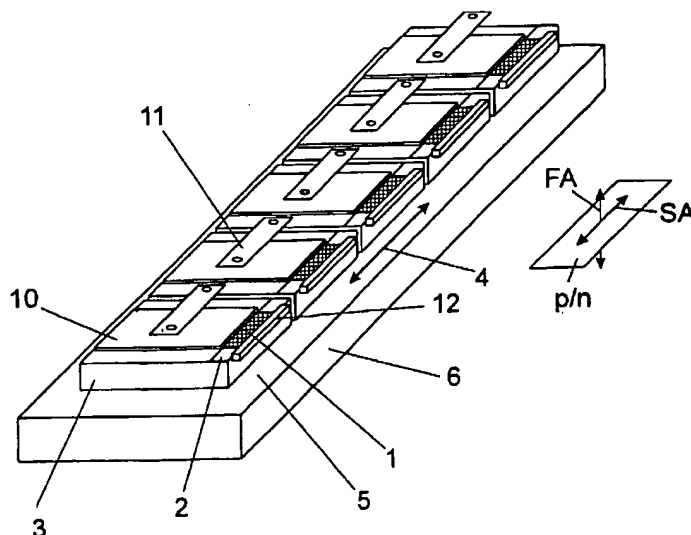
(30) Angaben zur Priorität:  
100 61 265.2 6. Dezember 2000 (06.12.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): JENOPTIK LASERDIODE GMBH [DE/DE];  
Prüssingstrasse 41, 07745 Jena (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIODE LASER ARRANGEMENT WITH SEVERAL DIODE LASER ROWS

(54) Bezeichnung: DIODENLASERANORDNUNG MIT MEHREREN DIODENLASERZEILEN



(57) Abstract: The aim of the invention is to embody a radiation source, the power of which may be adjusted, as a diode laser arrangement, whereby various types of cooling can be applied and the configuration of the radiating field can be made suitable for various applications in a simple manner. Said aim is achieved whereby each diode laser is connected to a thermal contact surface on a separate heat-dissipating support which is fixed to the cooling surface of a common cooling element in an electrically insulated manner. The supports are arranged adjacent to each other such that the linear emission regions of the diode lasers are adjacent in a row and the p-n transition planes run parallel to the thermal contact surfaces. The diode laser arrangement is particularly suitable as a light pump source.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/47224 A2



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten

---

**(57) Zusammenfassung:** Bei einer Diodenlaseranordnung besteht die Aufgabe, eine in der Leistung skalierbare Strahlungsquelle so zu gestalten, dass unterschiedliche Arten der Kühlung Anwendung finden können und die Konfiguration des Strahlungsfeldes in einfacher Weise zur Anpassung an unterschiedliche Aufgaben geeignet ist. Dazu ist jeder Diodenlaser mit einer Wärmekontaktfläche eines separaten, wärmespreizenden Trägers verbunden, der elektrisch isoliert auf einer kühlenden Oberfläche eines gemeinsamen Kühlelementes befestigt ist. Die Träger sind derart nebeneinander angeordnet, dass die linienförmigen Emissionsbereiche der Diodenlaser in einer Reihe benachbart sind und die p-n-Übergangs-Ebenen parallel zu den Wärmekontaktflächen verlaufen. Die Diodenlaseranordnung ist besonders als Pumplichtquelle geeignet.

## Diodenlaseranordnung mit mehreren Diodenlaserzeilen

Die Erfindung betrifft eine Diodenlaseranordnung mit mehreren Diodenlaserzeilen, von denen jede mit einer  
5 Wärmekontaktfläche je eines wärmespreizenden Trägers in Verbindung steht und eine p-n-Übergangs-Ebene enthält, die parallel zu den Wärmekontaktflächen verläuft, wobei die Träger in Zeilenrichtung nebeneinander und elektrisch isoliert auf einer kühlenden Oberfläche eines gemeinsamen  
10 Kühlelementes befestigt sind, so dass die kühlende Oberfläche parallel zu den Wärmekontaktflächen verläuft.

Für die industrielle Laser-Materialbearbeitung, zum Pumpen von Festkörperlaser und auch in der Medizintechnik werden  
15 üblicherweise als Arrays ausgebildete Hochleistungslaserdioden verwendet, die durch Stapeln zu zweidimensional emittierenden Flächen mit einer erhöhten Strahlungsleistung aufgebaut werden. Verbesserte Strahlungseigenschaften können mit einer Kollimation der  
20 sogenannten schnellen Achse (senkrecht zur p-n-Übergangsebene) und auch zusätzlich mit einer Kollimation der langsamen Achse erreicht werden. Schließlich führen eine Strahlumformung oder Strahlsymmetrisierung zur weiteren Verbesserung der Strahldichte und Strahlqualität.  
25 Typische Dimensionen für die Zeilenbreite sind etwa 5 bis 12 mm und für die Stapelhöhe 5 - 100 mm, wobei bis zu 50 Laserdiodenarrays in einem als Stack bezeichneten Laserdiodenstapel übereinander angeordnet sein können.  
Stapelbare Systeme erfordern eine effiziente Kühlung  
30 aufgrund ihres kompakten Aufbaus, zumal der Abstand zwischen den Arrays zur Erzielung hoher Leistungsdichten möglichst klein zu halten ist. Dies hat in der Vergangenheit zur Entwicklung von wassergekühlten Wärmesenken geführt, die Mikrokanalstrukturen für die

Realisierung eines geringen Wärmewiderstandes bei äußerst kompakten Abmessungen enthalten.

Solche Mikrokanalwärmesenken sind beispielsweise nach der DE 43 15 580 und der DE 197 50 879 bekannt. Die US 5 105 429 und die US 5 105 430 verwenden diese Wärmesenken ausdrücklich zur Erzeugung von stapelbaren Systemen, wobei die Kühlflüssigkeit durch den Stapel in durchgehenden Bahnen geführt ist. Jede der im Stapel vorhandenen Mikrokanalwärmesenken besteht aus einer mehrlagigen Schichtstruktur mit Mikrokanälen in der oberen Schicht und weist Zu- und Abflüsse auf, die an die durchgehenden Bahnen angeschlossen sind.

Auf die US 5 105 429 und die US 5 105 430 wird auch in der DE 43 35 512 Bezug genommen. Letztere setzt einen sogenannten "Heatspreader" ein, um die kleine Wärmeeinleitungsfläche der Laserdiode wesentlich zu vergrößern und somit die Kühleffizienz um ein Vielfaches zu steigern.

Bekannt ist es auch, einen Laserbarren mit einem in Teilbereiche gegliederten Substrat zu verbinden, das auf einer Wärmesenke aufliegt. Während bei der EP 0 590 232 A1 zur Vermeidung eines thermischen Übersprechens zwischen den einzelnen Laserdioden des Laserbarrens thermisch niedrig leitende Bereiche unterhalb einer zwischen den Einzeldioden liegenden Region angeordnet sind, stehen die Laserdioden des Laserbarrens bei der DE 198 21 544 A1 mit einem Einzelsteg aus dielektrischem Material in Verbindung.

Die DE 195 36 463 A1 beschreibt ein Laserdiodenbauelement mit einem Halbleiterkörper, der auf einer Wärmesenke befestigt ist. Die Wärmesenke besteht aus einem Kühlkörper mit einer elektrisch und thermisch leitenden

Anschlussplatte, auf der der Halbleiterkörper befestigt ist. Eine Vielzahl solcher Laserdiodenbauelement kann als Einheit gefertigt und anschließend zerteilt werden.

- 5 In dem prinzipiell für eine Stapelung geeigneten modularen Aufbau nach der DE 43 15 580 sind die Funktionen einer Mikrokanalwärmesenke auf fünf Schichten verteilt. In einer Mikrokanal- bzw. Verteilerplatte wird die über einen Zufluss zugeführte Kühlflüssigkeit auf die Mikrokanäle  
10 verteilt, die sich unterhalb eines auf der Deckschicht befestigten Diodenlasers befinden. Über Verbindungskanäle in einer Zwischenschicht wird die Kühlflüssigkeit in eine Sammelplatte geleitet, von wo aus eine Verbindung zu einem Abfluss besteht. Eine Grundplatte schließt die  
15 Mikrokanalwärmesenke nach unten ab.

- Obwohl die direkte (aktive) Flüssigkeitskühlung äußerst effektiv ist, weisen Mikrokanalwärmesenken auch Nachteile auf. So sind die Strukturen der Mikrokanäle aufwändig in der Herstellung. Das Kühlmittel, für das häufig Wasser  
20 verwendet wird, stellt aufgrund der unmittelbaren Nähe zu den empfindlichen Halbleiterbauelementen sehr hohe Anforderungen an die flüssigkeitsführenden Materialien, an die Dichtungen und die Kühlmittelqualität.

- Probleme sind auch damit verbunden, dass die  
25 flüssigkeitsführenden Kanäle Gebiete mit unterschiedlichen elektrischen Potentialen durchlaufen müssen. Ohne aufwändige Maßnahmen entstehen zum Teil sehr hohe elektrische Felder, die elektrochemische Prozesse von großer Komplexität auslösen können.

- 30 Sollen die Stapel zum Schutz vor äußeren Umgebungseinflüssen eingehaust werden, macht sich ein besonders hoher Aufwand notwendig, um das infolge einer Restleckrate sich in dem Gehäuse niederschlagende Kondensat zu beseitigen oder um die Bildung eines solchen  
35 zu verhindern.

Nachteile sind auch mit der Stapelung selbst verbunden. So erfordert ein immer weiter verringerter Abstand zwischen den Arrays nicht nur eine immer effektivere Kühlung, sondern der Verringerung selbst sind zusätzlich geometrische Grenzen gesetzt.

Auch eine gemäß der DE 43 15 580 vorgeschlagene Anordnung, bei der mehrere Laserdiodenbarren auf einer großflächigen Mikrokanalwärmesenke montiert sind, vermag den geometrisch bedingten Freiraum zwischen den strahlenden Flächen von Kantenemittern nicht zu schließen.

Schließlich weisen die Diodenstapel noch den Nachteil auf, dass sie aufgrund der vorgegebenen Konfiguration ihres Strahlungsfeldes nur auf bestimmte Anwendungen beschränkt sind.

Es ist deshalb die Aufgabe der Erfindung, eine in der Leistung skalierbare Strahlungsquelle so zu gestalten, dass unterschiedliche Arten der Kühlung Anwendung finden können und die Konfiguration des Strahlungsfeldes in einfacher Weise zur Anpassung an unterschiedliche Aufgaben geeignet ist.

Die Aufgabe wird durch eine Diodenlaseranordnung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Diodenlaserzeilen voneinander getrennt auf den Wärmekontaktflächen der Träger befestigt und untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind, wobei jeder Träger als elektrischer Kontakt zu der verbundenen Diodenlaserzeile ausgebildet ist und einen weiteren, elektrisch isoliert mit dem Träger verbundenen Kontakt aufweist.

In der Reihenschaltung besteht von dem elektrisch isoliert mit dem Träger verbundenen Kontakt eine elektrische Verbindung zu jeweils einem benachbarten Träger in der Reihenschaltung.

5

Vorteilhafterweise ist jeder Diodenlaserzeile ein Kollimator für die senkrecht zur p-n-Übergangs-Ebene verlaufende schnelle Achse eines ausgesendeten Laserstrahlenbündels zugeordnet.

10

In einer besonders vorteilhaften Ausführung weist die kühlende Oberfläche eine Treppenstruktur auf, auf deren Stufen die Träger aufliegen. Bei einer derartigen Anordnung wird Laserstrahlung von Emissionsbereichen emittiert, die in Zeilenrichtung der Diodenlaserzeilen nebeneinander liegen und um die Höhe der Stufen versetzt angeordnet sind. Mit einer speziellen Optik ist es möglich, diese Laserstrahlung so umzuformen, dass eine Strahlqualität entsteht, die mit der eines Stacks vergleichbar ist. Die Optik ist den Diodenlaserzeilen in Form eines Umlenkelementes nachgeordnet, das die Laserstrahlenbündel entlang ihrer langgestreckten Ausdehnung benachbart zueinander anordnet. Das Umlenkelement besteht aus einem Stapel von Einzelementen, von denen jedes einer Diodenlaserzeile zugeordnet ist. Während von paarweise zueinander parallel verlaufenden Seitenflächen des Einzelementes eine als Strahleintrittsfläche dient, ist eine erste Stirnfläche als Reflexionselement ausgebildet, welches das Laserstrahlenbündel in Richtung einer zweiten, für den Strahlaustritt vorgesehenen Stirnfläche umlenkt. Die Strahleintrittsfläche weist in einer Richtung senkrecht zur p-n-Übergangs-Ebene eine Ausdehnung auf, welche die Ausdehnung des kollimierten Laserstrahlenbündels in dieser Richtung derart überschreitet, dass eine dämpfungsarme

35

Strahlungseinkopplung gewährleistet ist und Reflexionen an den Seitenflächen des Einzelelementes in Richtung der schnellen Achse vermieden werden. So ist gewährleistet, dass in den unterschiedlich langen Einzelelementen keine wesentliche Strahlaufweitung zu verzeichnen ist. Durch eine in Richtung der langsamen Achse vorhandenen Divergenz der Laserstrahlenbündel tritt an den betroffenen Seitenflächen des Einzelelementes eine interne Totalreflexion auf, was in positiver Weise zu einer Strahlhomogenisierung führt.

Es ist von Vorteil, wenn die Strahleintrittsfläche und die Stirnfläche für den Strahlaustritt antireflektierend beschichtet sind.

Die erfindungsgemäße Konfiguration lässt es zu, dass das gemeinsame Kühlelement mit den verschiedensten wärmeabführenden Mitteln gekoppelt werden kann, wie zum Beispiel mit Peltier-Elementen, einer Wasserkühlung oder einer erzwungenen Konvektion. In jedem Fall sollte zwischen dem Träger und der kühlenden Oberfläche ein Wärmeübergangskoeffizient von mindestens  $0,03 \text{ W/mm}^2\text{K}$  vorhanden sein. Auch das im Stand der Technik bei einer Wasserkühlung auftretende Problem der Kondensatbildung ist auf einfache Weise gelöst, da flüssigkeitsführende Kanäle und Dichtungen außerhalb eines für die Diodenlaserzeilen vorgesehenen Gehäuses gelegt werden können. Selbstverständlich können in dem mit einem Austrittsbereich für die Laserstrahlenbündel versehenen Gehäuse zusätzlich Trockenmittel enthalten oder Sicherheitseinrichtungen integriert sein.

Schließlich kann es auch vorteilhaft sein, wenn jeder Diodenlaserzeile ein Kollimator für die parallel zur p-n-Übergangs-Ebene verlaufende langsame Achse zugeordnet ist.



Die erfindungsgemäße Diodenlaseranordnung kann auch Diodenlaserzeilen enthalten, die Laserstrahlenbündel emittieren, die sich im Polarisationszustand oder in der Wellenlänge voneinander unterscheiden. Zur Veränderung der Polarisierung der Laserstrahlenbündel können den Diodenlaserzeilen auch optische Elemente im Strahlengang nachgeordnet sein. In diesen Fällen kann in den Strahlengängen der Diodenlaserzeilen ein Element zur Strahlvereinigung der sich voneinander unterscheidenden Laserstrahlenbündel angeordnet werden.

Sind die Diodenlaserzeilen mit ihren Trägern auf einem gemeinsamen ebenen Kühlelement angeordnet, sollte sich dieses Element zur Strahlvereinigung aus plattenförmigen Teilelementen zusammensetzen, die jeweils einer Diodenlaserzeile zugeordnet sind. Jedes Teilelement enthält strahlumlenkende sowie einem Strahlaustritt dienende Stirnflächen und parallel zueinander verlaufende Seitenflächen, von denen den Diodenlaserzeilen zugewandte Seitenflächen als Strahleintrittsflächen dienen. Die strahlumlenkenden Stirnflächen, die reflektierend für das Laserstrahlenbündel des zugeordneten Diodenlasers ausgebildet sind und mit den Strahleintrittsflächen einen Winkel einschließen, bei dem eine Strahlausrichtung auf die dem Strahlaustritt dienenden Stirnflächen gewährleistet ist, sind mit einer dem Strahlaustritt dienenden Stirnflächen eines benachbarten Teilelementes zur Kopplung der sich voneinander unterscheidenden Laserstrahlenbündel verbunden, wobei die verbundenen Stirnflächen für das Laserstrahlenbündel durchlässig sind, das von einem Teilelement in das andere Teilelement eingekoppelt wird.

In dem Fall, dass jede Diodenlaserzeile mit ihrem Träger auf einer Stufe einer treppenförmigen kühlenden Oberfläche

eines gemeinsamen Kühlelementes aufliegt, besteht das Element zur Strahlvereinigung aus einem Stapel von Einzelementen, die jeweils einer Diodenlaserzeile zugeordnet sind und von denen ein am Stapelrand liegendes  
5 Einzelement als Strahlaustrittselement und jedes andere als zur Einkopplung eines geführten Laserstrahlenbündels in das im Stapel benachbarte Einzelement vorgesehen ist. Von paarweise zueinander parallel verlaufenden Seitenflächen jedes Einzelementes dient eine als  
10 Strahleintrittsfläche und eine erste Stirnfläche ist als Reflexionselement ausgebildet, welches das Laserstrahlenbündel in Richtung einer zweiten Stirnfläche umlenkt. Durch die Neigung der zueinander parallel gerichteten zweiten Stirnflächen zu den im Stapel  
15 miteinander verbundenen Seitenflächen sind die sich voneinander unterscheidenden Laserstrahlenbündel durch selektive Reflexion und Transmission über die zweiten Stirnflächen geführt. Die zweite Stirnfläche des am Stapelrand liegenden Einzelementes dient als  
20 strahlvereinende Fläche für alle Laserstrahlenbündel. Die Erfindung soll nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Anordnung  
25 von Diodenlasern auf einem gemeinsamen ebenen Kühlelement

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer von einem Gehäuse umschlossenen Diodenlaseranordnung

30 Fig. 3 eine perspektivische Darstellung einer Anordnung von Diodenlasern auf einem gemeinsamen treppenförmigen Kühlelement mit einer optischen Umlenkeinrichtung

35

Fig. 4 den Strahlenverlauf der Laserstrahlenbündel in der langsamen Achse in einer Draufsicht auf eine Anordnung gemäß Fig. 3

5 Fig. 5 eine Draufsicht auf eine Anordnung von Diodenlasern auf einem treppenförmigen Kühlelement mit einer optischen Umlenk- und Koppereinrichtung für Laserstrahlenbündel, die sich in ihrem Polarisationszustand oder in der Wellenlänge  
10 unterscheiden

Fig. 6 die Umlenk- und Koppereinrichtung aus Fig. 5 in einer Seitenansicht

15 Fig. 7 eine Draufsicht auf eine weitere Anordnung von Diodenlasern auf einem ebenen Kühlelement mit einer optischen Umlenk- und Koppereinrichtung für Laserstrahlenbündel, die sich in ihrem Polarisationszustand oder in der Wellenlänge  
20 unterscheiden

Bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung sind Diodenlaser 1 in Form von Diodenlaserzeilen oder Diodenlaserbarren vorgesehen, von denen jeder zur Wärmeabfuhr mit einer  
25 Wärmekontaktfläche 2 eines separaten, wärmespreizenden Trägers 3 aus Kupfer in Verbindung steht. Der Übersicht halber ist von gleichgestalteten Elementen immer nur eines bezeichnet. Die Diodenlaser 1 weisen Emissionsbereiche auf, die in einer durch eine Pfeilmarkierung 4  
30 gekennzeichnete Ausdehnungsrichtung parallel zu den Wärmekontaktflächen 2 langgestreckt sind. Die Träger 3 sind dabei so nebeneinander angeordnet und elektrisch isoliert aber mit geringen Wärmeübergangswiderständen auf einer kühlenden Oberfläche 5 eines gemeinsamen  
35 Kühlelementes 6 befestigt, dass die kühlende Oberfläche 5

parallel zu den Wärmekontaktflächen 2 verläuft und die Diodenlaser 1 entlang ihrer Ausdehnungsrichtung in einer Reihe liegen und demzufolge eine Strahlungsquelle mit einem zeilenförmigen Laserstrahlenbündelprofil bilden. Die Diodenlaser 1 sind außerdem mit ihren p-n-Übergangs-Ebenen p/n parallel zu den Wärmekontaktflächen 2 angeordnet, so dass die laserdiodenspezifische schnelle Achse (fast axis) FA senkrecht zu der Wärmekontaktfläche 2 und die langsame Achse (slow axis) SA parallel zu dieser Fläche verlaufen (Detail in Fig. 1). Das Kühlelement 6 besteht aus Materialien mit guter Wärmeleitfähigkeit, wie z. B. Kupfer und wird üblicherweise mit nichtdargestellten Peltierelementen gekühlt, kann aber auch wassergekühlt sein. Zum Schutz vor äußeren Einflüssen sind die Diodenlaser 1 von einem Gehäuse umschlossen, indem auf das Kühlelement 6 eine Haube 7 mit einem Austrittsfenster 8 für das Laserstrahlenbündel aufgesetzt ist (Fig. 2). Alternativ kann das Laserstrahlenbündel auch in einen Lichtleiter eingekoppelt werden, der den Abschluss des Gehäuses bildet. Es besteht auch die Möglichkeit, dass Faserstecker, Fokussier- oder andere Optiken für die Strahlenfortführung zur Anwendung kommen. In das derartig aufgebaute Diodenlasermodule können zusätzlich elektrische Sicherheitseinrichtungen integriert werden, wie z. B. Relais oder Kurzschlussbrücken zur Vermeidung von ESD-Schäden, Monitordioden und Temperaturfühler für die Laserdioden und Speichermedien für Diodenlaserdaten. Außerdem ist das Diodenlasermodule strahlvorjustiert und zur Gewährleistung einer schnellen und einfachen Austauschbarkeit mit nichtdargestellten Referenzpunkten versehen, die gegenüber einem Bezugsort reproduzierbar angeordnet werden können. In einfachster Weise sind das z. B. Stifte, die an einem vorgegebenen Ort in eine Rast eingreifen.

Sofern Anschlüsse für eine Wasserkühlung erforderlich sind, können diese leicht außerhalb des Gehäuses gelegt werden, was z. B. durch die gestrichelte Darstellung der mit 9 bezeichneten Kanäle an der Stirnseite des Kühlelementes 6 verdeutlicht werden soll. Aufgrund des Lösungskonzeptes ist es nicht erforderlich, innerhalb des Gehäuses Dichtungen gegenüber einer Flüssigkeit vorzusehen. Trotzdem kann es vorteilhaft sein, wenn Trockenmittel im Gehäuse untergebracht sind.

Die Diodenlaser 1 werden in bevorzugter Weise in elektrischer Reihenschaltung betrieben, da hierbei keine so hohen Anforderungen an die Netzgeräte und elektrischen Zuleitungen wie bei einer Parallelschaltung gestellt werden müssen. Hierfür sind die Träger 3, zusätzlich zu ihrer wärmespreizenden Funktion, als elektrischer Kontakt ausgebildet und dienen als Anode für die Diodenlaser 1. Auf der Oberseite der Träger 3 elektrisch isoliert aufgebrachte Katodenelemente 10 sind für die Reihenschaltung durch Strombrücken 11 mit jeweils einem benachbarten Träger 3 verbunden.

Jedem Diodenlaser 1 ist zur Kollimation der schnellen Achse eine Optik 12 in Form einer Zylinderlinse nachgeordnet. Zusätzlich kann auch die Divergenz der langsamen Achse mit Hilfe eines Kollimationsarrays verringert werden und es können auch optische Elemente zur Veränderung der Polarisierung der Strahlung enthalten sein, wie z.B. Lambda-Halbe-Phasenverzögerungsplatten.

Die in Fig. 3 dargestellte Wärmesenke enthält im Unterschied zu der Ausführung nach Fig. 1 ein Kühlelement 13, bei dem die kühlende Oberfläche eine Treppenstruktur aufweist, auf deren Stufen 14 die Träger 3 mit den darauf befindlichen Diodenlasern 1 elektrisch isoliert aber mit geringem Wärmeübergangskoeffizienten aufliegen. Infolge dessen sind die in der Ausdehnungsrichtung der Emissionsbereiche nebeneinander liegenden Diodenlaser 1

jeweils um eine Höhe H der Stufen 14 versetzt angeordnet, so dass die von den Emissionsbereichen ausgesendeten und in der schnellen Achse kollimierten Laserstrahlenbündel mit Hilfe eines Umlenkelementes 15 umgeordnet werden können. Im Ergebnis entsteht ein aus einzelnen „Strahlungspaketen“ zusammengesetztes Strahlenbündel, das demjenigen eines Diodenstapels (Stack) entspricht und bei dem die einzelnen Laserstrahlenbündel entlang ihrer langgestreckten Ausdehnung benachbart zueinander angeordnet sind.

Das Umlenkelement 15 besteht aus einem Stapel von vorzugsweise plattenförmig ausgebildeten Einzelelementen, die in ihrer Anzahl derjenigen der Diodenlaser 1 entsprechen und von denen jedes im Strahlengang eines Diodenlasers 1 in Höhe der jeweiligen Stufe 14 angeordnet ist. Von paarweise zueinander parallel verlaufenden Seitenflächen 16, 17, 18, 19 dient die für die Wellenlänge des Diodenlasers 1 antireflektierend beschichtete Seitenfläche 16 als Strahleintrittsfläche und eine erste, ebenfalls für die Wellenlänge des Diodenlasers 1 antireflektierend beschichtete Stirnfläche 20 für den Strahlaustritt. Eine zweite, die Wellenlänge des Diodenlasers 1 reflektierende Stirnfläche 21 schließt mit der Strahleintrittsfläche einen solchen Winkel  $\alpha$  ein, dass das Laserstrahlenbündel in Richtung der Stirnfläche 20 für den Strahlaustritt umgelenkt wird. Im vorliegenden Beispiel beträgt der Einfallswinkel  $45^\circ$ . Die Reflexion an der Stirnfläche 21 kann durch eine hochreflektierende Beschichtung erreicht werden oder das Laserstrahlenbündel fällt unter einem solchen Winkel ein, dass die Bedingungen der Totalreflexion erfüllt sind (z. B.  $41,8^\circ$  bei  $n = 1,5$ ). Die als Strahleintrittsfläche dienende Seitenfläche 16 weist in einer Richtung senkrecht zur p-n-Übergangs-Ebene eine Ausdehnung auf, welche die Ausdehnung des in dieser Richtung kollimierten Laserstrahlenbündels derart

überschreitet, dass eine dämpfungsarme Strahlungseinkopplung gewährleistet ist und Reflexionen an den Seitenflächen 18, 19 des Einzelelementes in Richtung der schnellen Achse vermieden werden.

5 Anders dagegen wird mit dem Laserstrahlenbündel in Richtung der langsamen Achse verfahren, was mit Hilfe von Fig. 4 verdeutlicht werden soll. Die gemäß der Ausführung nach Fig. 3 in Richtung der langsamen Achse schwach divergenten Laserstrahlenbündel 22 werden nach ihrer  
10 Reflexion an den jeweiligen umlenkenden Stirnflächen 21 von den Seitenflächen 16, 17 durch interne Totalreflexionen geführt, wobei die Strahlqualität erhalten bleibt. Die damit verbundene Strahldurchmischung in der langsamen Achse führt in vorteilhafter Weise zu  
15 einer Homogenisierung der Leistungsverteilung entlang dieser Achse.

Da der Abstand der übereinandergelegten Strahlungspakete durch die Höhe H der Stufen 14 und durch die Ausdehnung der Seitenflächen 16 in der Richtung senkrecht zur p-n-  
20 Übergangs-Ebene bestimmt ist, kann eine Leistungsdichteeinstellung in einfacher Weise ohne wesentliche Anpassung des Kühlsystems und des Designs des Diodenlasers 1 erfolgen. Man erhält somit ein äußerst anpassungsfähiges System, dessen Grundelemente immer auf  
25 gleiche Weise hergestellt und angeordnet werden.

Es ist selbstverständlich möglich, dem Umlenkelement 15 weitere optische Elemente im Strahlengang vor- und nachzuordnen. Solche Elemente können z. B. vorgeordnete  
30 Strahlumformer sein, die der Symmetrisierung der Strahlqualität in beiden Achsen dienen oder nachgeordnete Fokussieroptiken, um einen Pumpspot zu erzeugen oder das Laserstrahlenbündel in eine Faser einzukoppeln. Die Anordnung kann auch wieder in einem Gehäuse, wie anhand  
35 von Fig. 2 beschrieben, eingebaut sein.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 und 6 enthält in Anlehnung an Fig. 3 auf einem treppenförmigen Kühlelement 23 zwei Diodenlaser 24, 25 mit separaten wärmespreizenden Trägern 26, 27 und jeweils zugeordneten Kollimationsoptiken 28, 29 für die schnelle Achse. Die erzeugten kollimierten Laserstrahlenbündel sind auf ein Umlenk- und Koppелеlement 30 gerichtet, das wiederum aus Einzelelementen 31, 32 besteht, in denen in der langsamen Achse eine Strahlungsführung wie in einem Wellenleiter erfolgt. In Abwandlung zu der Ausführung nach Fig. 3 können sich die Laserstrahlenbündel der beiden Diodenlaser 24, 25 entweder in ihrem Polarisationszustand oder in der Wellenlänge unterscheiden, wobei eine Strahlenzusammenführung mit Hilfe von selektiv wirkenden reflektierenden und antireflektierenden Oberflächen der Einzelelemente 31, 32 erfolgt.

So ist das z. B. TE-polarisierte Laserstrahlenbündel des Diodenlasers 24 auf eine für diese Polarisation hochreflektierend ausgebildete und zu einer Strahleintrittsfläche 33 um  $45^\circ$  geneigte Spiegelfläche 34 des Einzelelementes 31 gerichtet. Das andere Laserstrahlenbündel, das über eine Strahleintrittsfläche 35 in das Einzelelement 32 eintritt, besitzt TM-Polarisation und wird als s-polarisiertes Strahlenbündel auf eine für diese Polarisation wirkende reflektierende Oberfläche 37 gerichtet, die parallel zur Spiegelfläche 34 gerichtet ist. Beide Laserstrahlenbündel durchlaufen das jeweilige Einzelelement 31, 32 in der anhand von Fig. 3 und 4 beschriebenen geführten Weise und werden austrittsseitig mit Hilfe eines Koppелеlementes 38 zusammengeführt. Dazu enthält eines der Einzelelemente, hier das Einzelelement 31, eine um  $45^\circ$  zum Strahlengang geneigte stirnseitige Reflexionsfläche 39, die das in dem Einzelelement geführte Laserstrahlenbündel umlenkt und auf



eine parallel zur Reflexionsfläche 39 verlaufende Elementfläche 40 am stirnseitigen Ausgang des anderen Einzelelementes, hier das Einzelelement 32, richtet. Die Elementfläche 40 ist hochreflektierend ausgebildet für den  
5 Polarisationszustand des von der Reflexionsfläche 39 umgelenkten Laserstrahlenbündels (s-Polarisation) und antireflektierend für den Polarisationszustand des in dem anderen Einzelelement 32 geführten Laserstrahlenbündels (p-Polarisation). Bei gleichartig polarisierten  
10 Laserstrahlenbündeln muss die Polarisationsrichtung eines Diodenlasers mit Hilfe einer in gestrichelter Weise dargestellten  $\lambda/2$ -Platte 36 gedreht werden.

In analoger Weise lässt sich eine Anordnung aufbauen, die wellenlängenselektiv arbeitet, d. h. bei der  
15 Laserstrahlenbündel von Diodenlasern zusammengeführt werden, die sich in ihrer Wellenlänge unterscheiden. Im Falle einer Wellenlängenkopplung können mehr als zwei Laserstrahlenbündel überlagert werden. Eine Weiterverarbeitung ist wie bei einer herkömmlichen  
20 Laserzeile, z.B. durch Umordnung, Fokussierung o. ä. möglich. Es empfiehlt sich hierbei, die Laserstrahlung in beiden Achsen zu kollimieren, um Verluste bei der Kopplung auf Grund von divergenter Inzidenz zu vermeiden.

25 In einem weiteren Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 sind zwei Diodenlaser 41, 42 mit separaten wärmespreizenden Trägern 43, 44 und jeweils zugeordneten Kollimationsoptiken 45, 46 für die schnelle Achse auf einem ebenen Kühlelement 47 aufgebracht. Ein in den  
30 Strahlengängen der Diodenlaser 41, 42 angeordnetes plattenförmiges optisches Umlenk- und Koppелеlement 48 setzt sich aus plattenförmigen Teilelementen 49, 50 zusammen, wobei sich die Zahl von Teilplatten in allgemeiner Weise nach der Anzahl der koppelbaren  
35 Diodenlaser bestimmt. Beide Teilelemente 49, 50 enthalten

paarweise zueinander parallel verlaufende Seitenflächen, von denen nur jeweils ein Paar mit 51, 52 bzw. 53, 54 bezeichnet ist. Die den Diodenlasern zugewandten Seitenflächen 51, 53 dienen als Strahleintrittsflächen.

5 Jeweils eine erste Stirnfläche 55, 56 der Teilelemente 49, 50 schließt mit der Strahleintrittsfläche einen  $45^\circ$ -Winkel ein und ist in Bezug auf die Laserstrahlung des zugeordneten Diodenlasers 41 bzw. 42 in reflektierender Weise wirksam. Verbunden sind die Teilelemente 49, 50,

10 indem das Teilelement 49 an die erste Stirnfläche 56 des Teilelementes 50 mit einer parallel zu der Stirnfläche 56 verlaufenden zweiten Stirnfläche 57 anschließt. Die miteinander verbundenen Stirnflächen 56, 57 bilden ein Koppellement zur Strahlensammenführung von

15 Laserstrahlenbündeln, die sich entweder in ihren Polarisationszuständen oder in der Wellenlänge unterscheiden. Für eine Polarisationskopplung ist die bei der Stirnfläche 56 vorhandene reflektierende Eigenschaft für den Polarisationszustand des einen

20 Laserstrahlenbündels vom Diodenlaser 42 zu ergänzen durch die Eigenschaft der Strahlungsdurchlässigkeit für den Polarisationszustand des anderen Laserstrahlenbündels des Diodenlasers 41, das bereits das Teilelement 49 geführt durchlaufen hat. Vorzugsweise dient dazu eine

25 Beschichtung, die beide Eigenschaften in sich vereint. Unterschiedliche Polarisationszustände werden entweder durch die Diodenlaser 41, 42 selbst bereitgestellt (TE- bzw. TM-Polarisation), oder es wird im Strahlengang eines der Diodenlaser eine  $\lambda/2$ -Platte 59 angeordnet. Diese

30 Möglichkeit soll durch eine gestrichelte Darstellungsweise verdeutlicht werden.

Für den Strahlaustritt ist schließlich eine zweite Stirnfläche 58 des Teilelementes 50 vorgesehen, die senkrecht zur Strahlausbreitung geschnitten und für beide

Polarisationszustände beziehungsweise alle Wellenlängen  
entspiegelt ist.

## Patentansprüche

1. Diodenlaseranordnung mit mehreren Diodenlaserzeilen, von denen jede mit einer Wärmekontaktfläche je eines  
5 wärmespreizenden Trägers in Verbindung steht und eine p-n-Übergangs-Ebene enthält, die parallel zu den Wärmekontaktflächen verläuft, wobei die Träger in Zeilenrichtung nebeneinander und elektrisch isoliert auf einer kühlenden Oberfläche eines gemeinsamen  
10 Kühlelementes befestigt sind, so dass die kühlende Oberfläche parallel zu den Wärmekontaktflächen verläuft, dadurch gekennzeichnet, dass die Diodenlaserzeilen voneinander getrennt auf den Wärmekontaktflächen der Träger (3, 27, 27, 43, 44)  
15 befestigt und untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind, wobei jeder Träger (3, 27, 27, 43, 44) als elektrischer Kontakt zu der verbundenen Diodenlaserzeile ausgebildet ist und einen weiteren, elektrisch isoliert mit dem Träger verbundenen Kontakt  
20 (10) aufweist.
2. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von dem elektrisch isoliert mit dem Träger (3, 27, 27, 43, 44) verbundenen Kontakt (10)  
25 eine elektrische Verbindung (11) zu jeweils einem benachbarten Träger (3, 27, 27, 43, 44) in der Reihenschaltung besteht.
3. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 2, dadurch  
30 gekennzeichnet, dass jeder Diodenlaserzeile ein Kollimator (12, 28, 29, 45, 46) für die senkrecht zur p-n-Übergangs-Ebene (p/n) verlaufende schnelle Achse (FA) eines ausgesendeten Laserstrahlenbündels zugeordnet ist.
- 35 4. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die kühlende Oberfläche (5) eine

Treppenstruktur aufweist, auf deren Stufen (14) die Träger (3, 26, 27) aufliegen.

5. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass den Diodenlaserzeilen ein Umlenkelement (15) nachgeordnet ist, das die Laserstrahlenbündel entlang ihrer langgestreckten Ausdehnung benachbart zueinander anordnet.
6. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkelement (15) aus einem Stapel von Einzelelementen besteht, von denen jedes einer Diodenlaserzeile zugeordnet ist, wobei von paarweise zueinander parallel verlaufenden Seitenflächen (16, 17, 18, 19) des Einzelelementes eine als Strahleintrittsfläche dient und eine erste Stirnfläche (21) als Reflexionselement ausgebildet ist, welches das Laserstrahlenbündel in Richtung einer zweiten, für den Strahlaustritt vorgesehenen Stirnfläche (20) umlenkt.
7. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahleintrittsfläche (16) in einer Richtung senkrecht zur p-n-Übergangs-Ebene (p/n) eine Ausdehnung aufweist, welche die Ausdehnung des Laserstrahlenbündels in dieser Richtung derart überschreitet, dass eine dämpfungsarme Strahlungseinkopplung gewährleistet ist und Reflexionen an den Seitenflächen (18, 19) des Einzelelementes in Richtung der schnellen Achse (FA) vermieden werden.
8. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahlenbündel in Richtung der langsamen Achse (SA) eine solche Divergenz aufweisen, dass an den Seitenflächen (16, 17) des Einzelelementes eine interne Totalreflexion stattfindet, was zu einer Strahlhomogenisierung führt.

- 5 9. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahleintrittsfläche (16) und die Stirnfläche (20) für den Strahlaustritt antireflektierend beschichtet sind.
- 10 10. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das gemeinsame Kühlelement (6, 13, 23, 47) mit wärmeabführenden Mitteln gekoppelt ist.
- 11 11. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die wärmeabführenden Mittel Peltier-Elemente sind.
- 15 12. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die wärmeabführenden Mittel als Wasserkühlung ausgebildet sind.
- 20 13. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die wärmeabführenden Mittel eine erzwungene Konvektion beinhalten.
- 25 14. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Träger (3, 27, 27, 43, 44) und der kühlenden Oberfläche (5) ein Wärmeübergangskoeffizient von mindestens  $0,03 \text{ W/mm}^2\text{K}$  vorhanden ist.
- 30 15. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Diodenlaserzeile ein Kollimator für die parallel zur p-n-Übergangs-Ebene (p/n) verlaufende langsame Achse (SA) eines ausgesendeten Laserstrahlenbündels zugeordnet ist.
- 35 16. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Diodenlaserzeilen

Laserstrahlenbündel emittieren, die sich im Polarisationszustand voneinander unterscheiden.

17. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 3, dadurch  
5 gekennzeichnet, dass den Diodenlaserzeilen optische  
Elemente (36, 59) zur Veränderung der Polarisierung der  
Laserstrahlenbündel im Strahlengang nachgeordnet sind.
18. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 3, dadurch  
10 gekennzeichnet, dass die Diodenlaserzeilen  
Laserstrahlenbündel emittieren, die sich in der  
Wellenlänge voneinander unterscheiden.
19. Diodenlaseranordnung nach einem der Ansprüche 16 bis  
15 18, dadurch gekennzeichnet, dass in den Strahlengängen  
der Diodenlaserzeilen ein Umlenk- und Koppel-  
element (30, 48) der sich voneinander unterscheidenden  
Laserstrahlenbündel angeordnet ist.
- 20 20. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 19, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Umlenk- und Koppel-  
element (48) sich aus plattenförmigen Teilelementen (49, 50)  
zusammensetzt, die jeweils einer Diodenlaserzeile  
zugeordnet sind und strahlumlenkende sowie einem  
25 Strahlaustritt dienende Stirnflächen (55, 56, 57, 58)  
und parallel zueinander verlaufende Seitenflächen (51,  
52, 53, 54) enthalten, von denen den Diodenlaserzeilen  
zugewandte Seitenflächen (51, 53) als  
Strahleintrittsflächen dienen, und dass die  
30 strahlumlenkenden Stirnflächen (55, 56), die  
reflektierend für das Laserstrahlenbündel der  
zugeordneten Diodenlaserzeile ausgebildet sind und mit  
den Strahleintrittsflächen (51, 53) einen Winkel  
einschließen, bei dem eine Strahlausrichtung auf die  
35 dem Strahlaustritt dienenden Stirnflächen (57, 58)  
gewährleistet ist, mit einer dem Strahlaustritt  
dienenden Stirnflächen eines benachbarten Teilelementes

zur Kopplung der sich voneinander unterscheidenden Laserstrahlenbündel verbunden sind, wobei die verbundenen Stirnflächen (56, 57) für das Laserstrahlenbündel durchlässig sind, das von einem Teilelement (49) in das andere Teilelement (50) eingekoppelt wird.

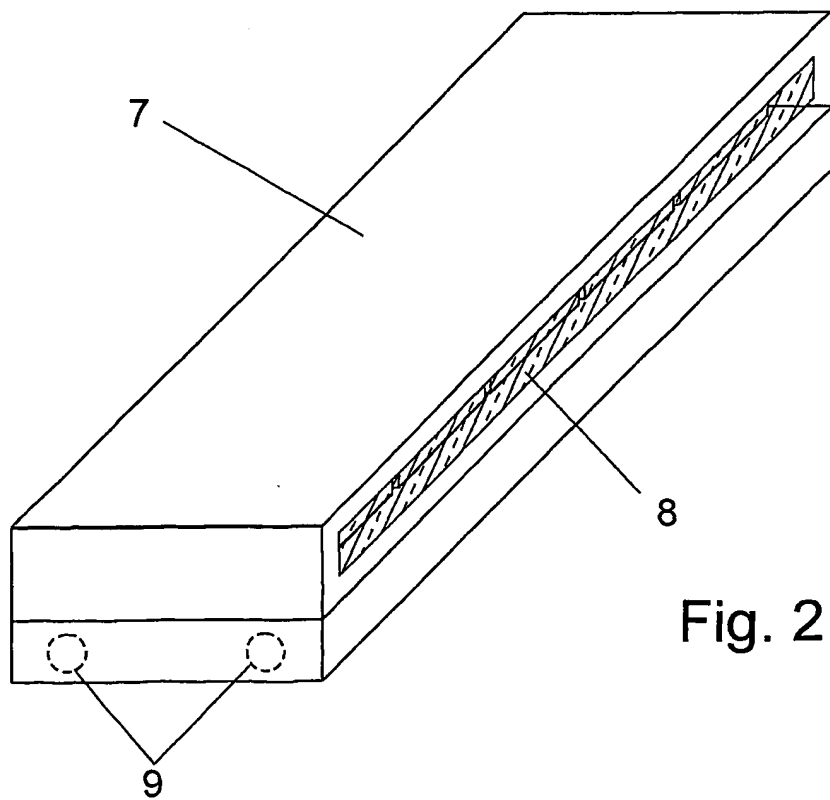
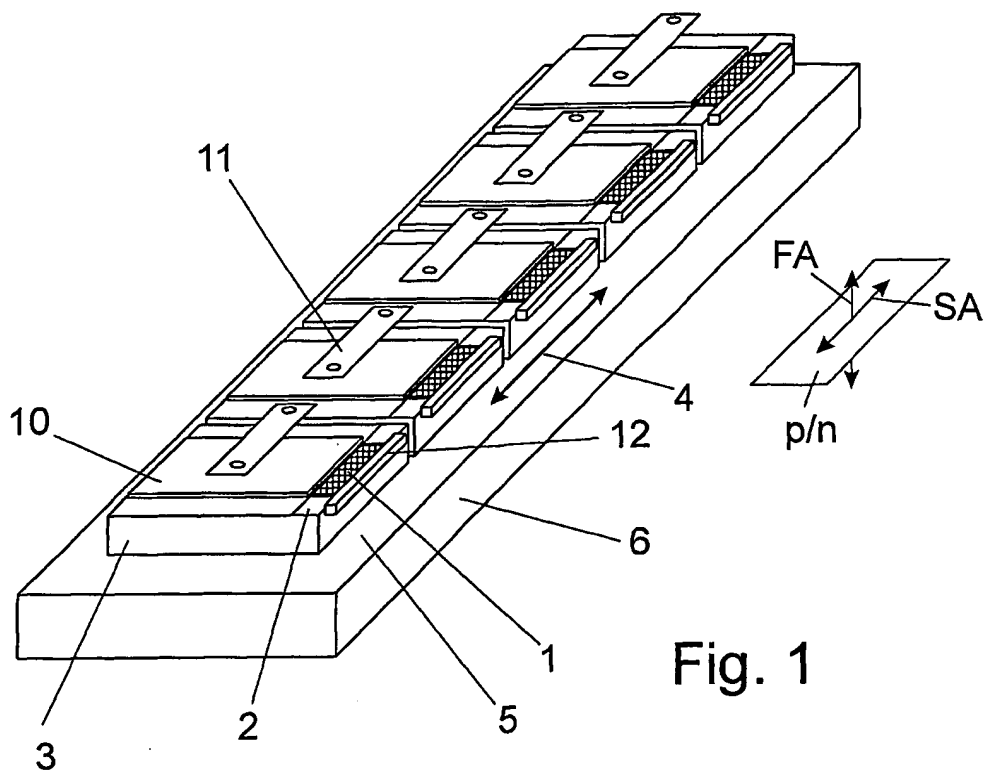
21. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass jede Diodenlaserzeile mit ihrem Träger (26, 27) auf einer Stufe einer treppenförmigen kühlenden Oberfläche eines gemeinsamen Kühlelementes (23) aufliegt.

22. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenk- und Koppелеlement (30) aus einem Stapel von Einzelelementen (31, 32) besteht, die jeweils einer Diodenlaserzeile zugeordnet sind und von denen ein am Stapelrand liegendes Einzelelement als Strahlaustrittselement und jedes andere als zur Einkopplung eines geführten Laserstrahlenbündels in das im Stapel benachbarte Einzelelement vorgesehen ist, dass von paarweise zueinander parallel verlaufenden Seitenflächen jedes Einzelelementes (31, 32) eine Seitenfläche (33, 35) als Strahleintrittsfläche dient und eine erste Stirnfläche (34, 37) als Reflexionselement ausgebildet ist, die das Laserstrahlenbündel in Richtung einer zweiten Stirnfläche (39, 40) umlenkt, und dass durch die Neigung der zueinander parallel gerichteten zweiten Stirnflächen (39, 40) zu den im Stapel miteinander verbundenen Seitenflächen die sich voneinander unterscheidenden Laserstrahlenbündel durch selektive Reflexion und Transmission über die zweiten Stirnflächen (39, 40) geführt sind und die zweite Stirnfläche (40) des am Stapelrand liegenden Einzelelementes (32) als strahlvereinende Fläche für alle Laserstrahlenbündel dient.



23. Diodenlaseranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis  
22, dadurch gekennzeichnet, dass die Diodenlaserzeilen  
von einem gemeinsamen Gehäuse (7) umschlossen sind, das  
5 einen Austrittsbereich (8) für die Laserstrahlenbündel  
enthält.
24. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 23, dadurch  
gekennzeichnet, dass in dem Gehäuse (7) Trockenmittel  
10 enthalten sind.
25. Diodenlaseranordnung nach Anspruch 23, dadurch  
gekennzeichnet, dass in dem Gehäuse (7)  
15 Sicherheitseinrichtungen integriert sind.

1/3



2/3

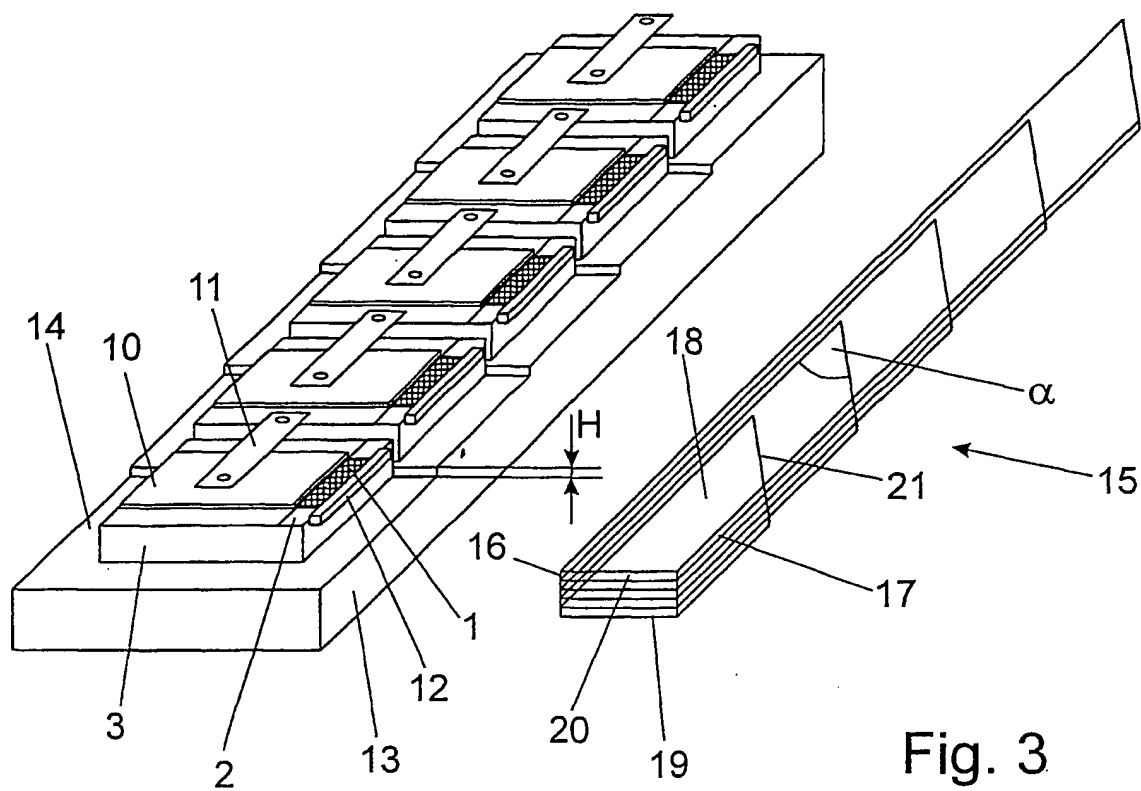


Fig. 3

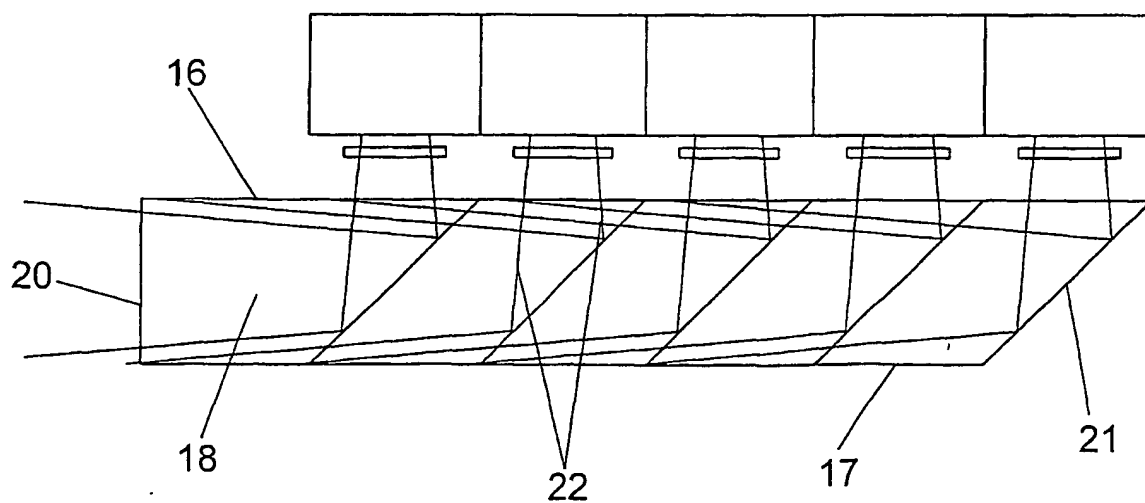


Fig. 4

3/3

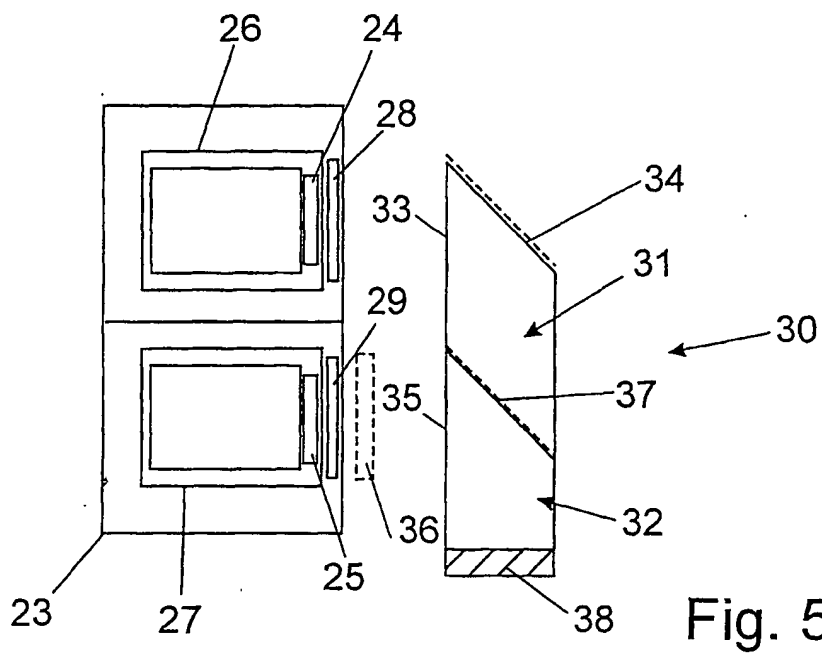


Fig. 5

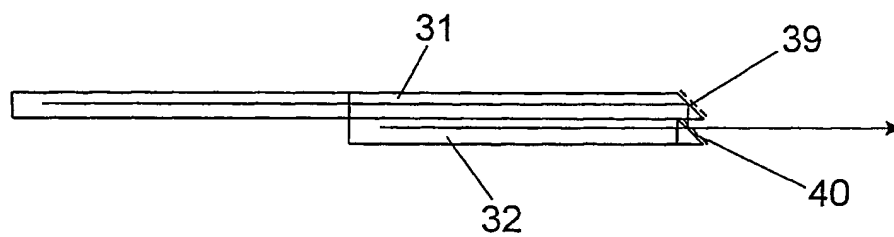


Fig. 6

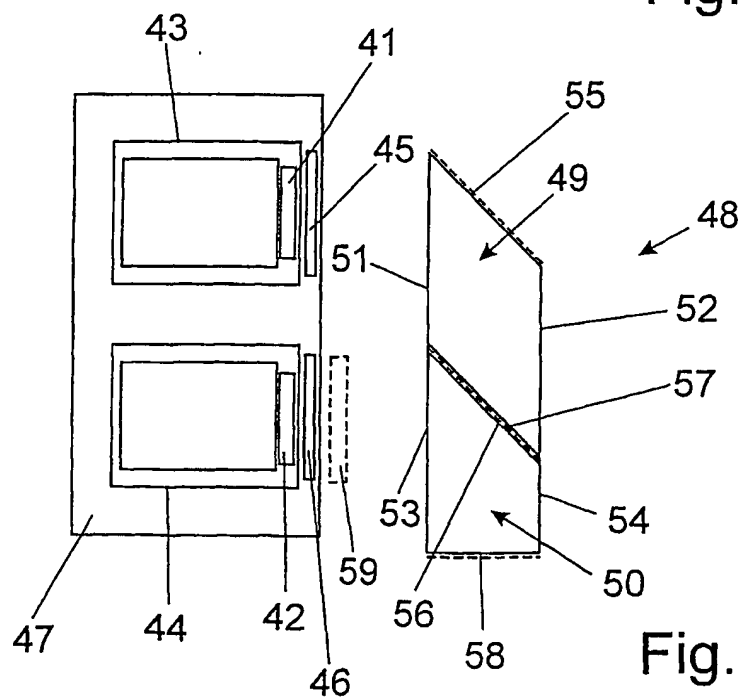


Fig. 7

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2002/047224 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01S 5/40, 5/024**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2001/004398

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. November 2001 (21.11.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 61 265.2 6. Dezember 2000 (06.12.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **JENOPTIK LASERDIODE GMBH** [DE/DE];  
Göschwitzer Strasse 29, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HENNIG, Petra**

[DE/DE]; Tachover Ring 7, 07646 Stadtroda (DE).  
**HOLLEMANN, Günter** [DE/DE]; Wieselweg 15, 07749 Jena (DE).

(74) Anwälte: **BERTRAM, Helmut** usw.; Oehmke & Kollegen, Neugasse 13, 07743 Jena (DE).

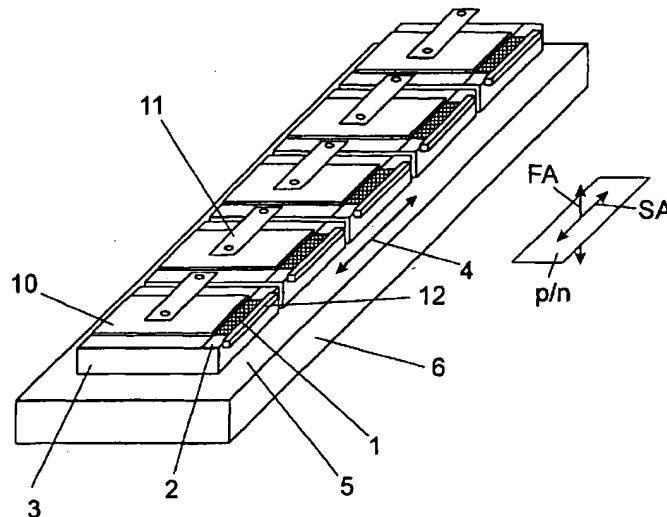
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIODE LASER ARRANGEMENT WITH SEVERAL DIODE LASER ROWS

(54) Bezeichnung: DIODENLASERANORDNUNG MIT MEHREREN DIODENLASERZEILEN



(57) Abstract: The aim of the invention is to embody a radiation source, the power of which may be adjusted, as a diode laser arrangement, whereby various types of cooling can be applied and the configuration of the radiating field can be made suitable for various applications in a simple manner. Said aim is achieved whereby each diode laser row (1) is connected to a thermal contact surface (2) on a separate heat-dissipating support (3) which is fixed to a cooling surface (5) of a common cooling element (6) in an electrically insulated manner. The supports (3) are arranged adjacent to each other such that the linear emission regions of the diode laser rows (1) are adjacent in a row and the p-n transition planes run parallel to the thermal contact surfaces (2). The diode laser arrangement is particularly suitable as a light pump source.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2002/047224 A3



TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen**

**Recherchenberichts:**

19. Februar 2004

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Bei einer Diodenlaseranordnung besteht die Aufgabe, eine in der Leistung skalierbare Strahlungsquelle so zu gestalten, dass unterschiedliche Arten der Kühlung Anwendung finden können und die Konfiguration des Strahlungsfeldes in einfacher Weise zur Anpassung an unterschiedliche Aufgaben geeignet ist. Dazu ist jede Diodenlaserzeile (1) mit einer Wärmekontakfläche (2) eines separaten, wärmespreizenden Trägers (3) verbunden, der elektrisch isoliert auf einer kühlenden Oberfläche (5) eines gemeinsamen Kühlelementes (6) befestigt ist. Die Träger (3) sind derart nebeneinander angeordnet, dass die linienförmigen Emissionsbereiche der Diodenlaserzeile (1) in einer Reihe benachbart sind und die p-n-Übergangs-Ebenen parallel zu den Wärmekontakflächen (2) verlaufen. Die Diodenlaseranordnung ist besonders als Pumplichtquelle geeignet.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/04398

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 H01S5/40 H01S5/024

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 124 973 A (DU KEMING ET AL) 26 September 2000 (2000-09-26) column 6, line 15-65; figure 1 column 9, line 12-49; figure 10 ---	1-5, 10-18
X	GB 2 329 758 A (MARCONI GEC LTD) 31 March 1999 (1999-03-31)	1,2,10
Y	page 4, line 14 -page 6, line 3; figures 1,2 ---	3-5, 10-18
Y	US 3 622 906 A (NYUL PAUL) 23 November 1971 (1971-11-23) column 2, line 1-44; figure 4 ---	1-5, 10-18
A	US 4 881 237 A (DONNELLY JOSEPH P) 14 November 1989 (1989-11-14) column 4, line 35-56; figure 2 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the International filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 March 2003

Date of mailing of the international search report

05.06.03

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jobst, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 01/04398

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see annex**

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-5, 10-18

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely:

1. Claims: 1-5, 10-18

The subject matter of Claims 1-5, 10-18 relates to a plurality of diode laser lines with a special arrangement to enable the effective cooling and maintenance of the laser lines.

2. Claims: 6-9, 19-22

The subject matter of Claims 6-9 and 19-22 relates to an arrangement of diode laser lines with special optical elements for beam forming.

3. Claims: 23-25

The subject matter of Claims 23-25 relates to a diode laser arrangement with a special housing.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/04398

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6124973	A	26-09-2000	DE 19780124 D2 WO 9731284 A1	08-04-1999 28-08-1997
GB 2329758	A	31-03-1999	CA 2304859 A1 EP 1018196 A1 WO 9917411 A1 JP 2001518722 T	08-04-1999 12-07-2000 08-04-1999 16-10-2001
US 3622906	A	23-11-1971	NONE	
US 4881237	A	14-11-1989	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/04398

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01S5/40 H01S5/024

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 124 973 A (DU KEMING ET AL) 26. September 2000 (2000-09-26) Spalte 6, Zeile 15-65; Abbildung 1 Spalte 9, Zeile 12-49; Abbildung 10 ---	1-5, 10-18
X	GB 2 329 758 A (MARCONI GEC LTD) 31. März 1999 (1999-03-31)	1,2,10
Y	Seite 4, Zeile 14 -Seite 6, Zeile 3; Abbildungen 1,2 ---	3-5, 10-18
Y	US 3 622 906 A (NYUL PAUL) 23. November 1971 (1971-11-23) Spalte 2, Zeile 1-44; Abbildung 4 ---	1-5, 10-18
A	US 4 881 237 A (DONNELLY JOSEPH P) 14. November 1989 (1989-11-14) Spalte 4, Zeile 35-56; Abbildung 2 -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. März 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05.06.03

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jobst, B

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/04398

### Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

### Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:  
1-5, 10-18

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-5,10-18

Der Gegenstand der Ansprüche 1-5, 10-18 betrifft mehrere Diodenlaserzeilen mit einer besonderen Anordnung zur effektiven Kühlung und Wartung der Laserzeilen.

2. Ansprüche: 6-9,19-22

Der Gegenstand der Ansprüche 6-9 und 19-22 betrifft eine Anordnung von Diodenlaserzeilen mit speziellen optischen Elementen zur Strahlformung.

3. Ansprüche: 23-25

Der Gegenstand der Ansprüche 23-25 betrifft eine Diodenlaseranordnung mit einem speziellen Gehäuse.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/04398

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6124973	A	26-09-2000	DE	19780124 D2		08-04-1999
			WO	9731284 A1		28-08-1997
-----						
GB 2329758	A	31-03-1999	CA	2304859 A1		08-04-1999
			EP	1018196 A1		12-07-2000
			WO	9917411 A1		08-04-1999
			JP	2001518722 T		16-10-2001
-----						
US 3622906	A	23-11-1971	KEINE			
-----						
US 4881237	A	14-11-1989	KEINE			
-----						